



Beschreibung

Verfahren zur Pegeleinstellung für optische Signale

5 Optische Signale werden über Lichtwellenleiter übertragen. Zu ihrer Verstärkung werden häufig Faserverstärker verwendet. Diese verwenden entweder speziell dotierte Faserstücke oder nutzen nichtlineare Effekte auf normalen Übertragungsfasern aus, wie der in ntz, Band 43, (1990), Heft1, Seite 1 be-

10 schriebene Faser-Raman-Verstärker.

Bei vielen Übertragungseinrichtungen werden auch Dämpfungsglieder eingesetzt, mit denen erforderliche Pegelwerte, beispielsweise die Eingangspegel von Verstärkern, eingestellt

15 werden, wie dies beispielsweise in IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 6.No.4, April 1994, Seiten 509 bis 512 beschrieben ist.

Moderne Übertragungssysteme verwenden das Wellenlängenmultiplexverfahren, bei dem mehrere Übertragungskanäle zu einem Übertragungsband zusammengefaßt werden, das gemeinsam verstärkt wird. Durch den Ramaneffekt kommt es zu einer Verkip-

20 pung der Signale, die durch nichtlineare Verstärker und Filter kompensiert wird. Der Pegel und die Verkipfung sollen für viele Anwendungszwecke häufig unabhängig voneinander einstellbar sein.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine

30 Anordnung zur Einstellung des Pegels und der Verkipfung für optische Signale anzugeben.

Ein entsprechendes Verfahren ist im Patentanspruch 1 angegeben. In einem unabhängigen Patentanspruch ist ein geeignetes

35 Einstellglied beschrieben.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahren ist es, daß der
5 Signalpegel und die Verkippung unabhängig voneinander einstellbar sind. Durch das Verfahren kann das Signal, beispielsweise ein Wellenlängenmultiplexsignal, sowohl verstärkt als auch abgeschwächt werden. Außerdem kann die Verkippung in größeren Bereichen geändert werden, so daß eine gewünschte
10 Entzerrung des Signals erfolgt. Durch Pumplaser werden Pumpsignale mit Wellenlängen oberhalb und unterhalb des Übertragungsbandes eingespeist. Diese Pumpsignale entziehen dem Signal entweder Energie oder führen ihm Energie zu. Durch Veränderung der Pumpenergie wird das Signal also verstärkt
15 oder gedämpft, wobei gleichzeitig eine Verkippung auftritt. Durch die geeignete Wahl der Pumplaserwellenlängen können Gewinn und Verkippung in weiteren Bereichen gesteuert werden.

Das Verfahren ist einfach und mit geringem Aufwand zu realisieren.
20 Die Anordnung kann auch vorzugsweise nur als Dämpfungsglied ausgeführt werden.

Es ist vorteilhaft, wenn die Pumpenergie am empfangsseitigen Ende eingespeist wird, da dies zu seinem günstigeren
25 Rauschverhältnis führt. Die Verkippung ist abhängig vom Abstand der Wellenlänge des Pumplasers zur mittleren Wellenlänge des Signals. Durch die Wahl der Pumpwellenlänge kann daher der Grad der Verkippung in Abhängigkeit von der Dämpfung bestimmt werden. Das „optische Dämpfungsglied“ kann
30 auch zur Pegelregelung des empfangsseitigen optischen Signals verwendet werden. Bei einem besonders einfachen auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittenen Dämpfungsglied wird nur ein Laser verwendet, wodurch eine gewünschte Abhängigkeit zwischen Dämpfung und Verkippung hergestellt wird.

35

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand von Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

- Figur 1 ein Prinzipschaltbild zur Pegeleinstellung
eines optischen Signals,
Figur 2 den Pegelverlauf eines optischen Signals in
Abhängigkeit von zwei Pumpsignalen und
Figur 3 eine Einrichtung zur Pegelregelung.

Figur 1 zeigt einen Übertragungsabschnitt mit einer Sendeeinrichtung S, beispielsweise einem Laser oder einem Verstärker, der ein optisches Signal OS_s mit einem größeren Wellenlängenbereich λ_s in einen Lichtwellenleiter LW einspeist, und eine Empfangseinrichtung R, die ebenfalls einen Verstärker aufweist. Bei dem optischen Signal kann es sich beispielsweise um ein digitales Multiplexsignal mit einer größeren Bandbreite oder um ein Wellenlängenmultiplexsignal handeln. Das durch die Übertragungsstrecke gedämpfte optische Signal (Empfangssignal) OS_E wird der Empfangseinrichtung R zugeführt.

Empfangsseitig sind zwei Pumplaser PL1 und PL2 angeordnet, die ein Pumpsignal PS1 mit einer Wellenlänge λ_B , die unterhalb der kleinsten Wellenlänge λ_{MI} des optischen Signals liegt, und ein Pumpsignal PS2 mit einer Wellenlänge λ_R , die oberhalb der größten Wellenlänge λ_{MA} des optischen Signals liegt (Figur 2), über einen Koppler K in den Lichtwellenleiter einspeist. Das Pumpsignal PS2 schwächt das optische Signal OS_E ab. Je höher die Leistung des Pumpsignals, desto schwächer wird das optische Signal. Diese Schwächung nimmt mit der Differenz der Wellenlänge des optischen Signals zur Wellenlänge des Pumplasers zu. Das Pumpsignal PS1 erhöht den Signalpegel wieder, die Verkipfung erfolgt aber in derselben Drehrichtung. Da aber der Abstand zum Frequenzband λ_s bzw. dessen mittlerer bzw. kleinster Wellenlänge λ_{MI} ungleich dem Abstand der Wellenlänge λ_R des zweiten Pumpsignals ist, ergibt sich ein anderer Bezug zwischen Verstärkung und Verkip-

pung. So können unterschiedliche Verkippungen bei einstellbaren Dämpfungs- oder Verstärkungswerten realisiert werden.

Soll nur ein Dämpfungsglied realisiert werden, so muß die Wirkung des Pumplasers mit „roter“ Wellenlänge (größer als die maximale Wellenlänge λ_{MA}) überwiegen. Soll dagegen ein Verstärker realisiert werden, so muß die Wirkung des „blauen“ Pumplasers mit „blauer“ Wellenlänge (kleiner als die minimale Wellenlänge λ_{MI}) überwiegen.

Bei einer vereinfachten Ausführungsform eines Dämpfungsgliedes, bei jedoch eine unabhängige Einstellung von Verkippung und Pegel nicht mehr möglich ist, wird nur ein „roter“ Pump-laser verwendet.

Darüber hinaus können Verstärker auch mit mindestens zwei „blauen“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkippungen bei gleichen Verstärkungen ermöglichen.

Ebenso können Dämpfungsglieder mit mindestens zwei „roten“ Pumplasern realisiert werden, die unterschiedliche Verkippungen bei gleichen Dämpfungswerten ermöglichen.

In Figur 2 zeigt die Wirkung zweier Pumplaser. Der obere über der Wellenlänge gestrichelt aufgezeichnete Pegelverlauf (P - Pegel) des optischen Empfangssignals OS_{E1} weist zunächst bei kleinen Wellenlängen einen größeren und bei großen Wellenlängen einen kleinen Pegel auf. Dieser Verlauf, der den auf der Übertragungsstrecke wirksamen Raman-Effekt überkompensiert, wird durch sendeseitige oder empfangsseitige Filter oder Verstärker erzielt.

Sobald aber der Pumplaser PL2 eingeschaltet wird, kommt es zur Abschwächung des empfangenen Signals (OS_{E2}), wobei die kurzwelligeren (höherfrequenten) Signale stärker abgeschwächt werden. Wird der Pumplaser PL1 aktiv, so wird der Pegel wieder angehoben, die Verkippung des Empfangssignals (OS_E)

verstärkt sich jedoch nochmals und es wird ein linearer Pegelverlauf erzielt.

Da die Abstände der Wellenlängen der Pumplaser zum Empfangssignal unterschiedlich sind, können Verkippung und Pegel in bestimmten Bereichen unabhängig voneinander eingestellt werden. Wenn die Wellenlängen beider Pumplaser größer als die maximale Wellenlänge des Empfangssignals sind, kann die Dämpfung in einem größeren Bereich und unabhängig von der Verkippung eingestellt werden. Entsprechendes gilt für blaue Pumplaser.

In Figur 3 zeigt einen Pumplaser PL als Teil einer Regelschaltung. Ein Teil des optischen Empfangssignals OS_E wird als Meßsignal über einen Meßkoppler K2 ausgekoppelt und einer Steuerung ST zugeführt, die die Amplitude des optischen Empfangssignals durch Steuerung des Pumplasers, der sein Pumpsignal über den Koppler K1 in den Lichtwellenleiter einspeist, konstant hält. Die Steuerung kann zusätzlich in den Empfangsteil eingreifen und nach einem vorgegebenen Schema den Pumplaser und die Verstärkung bzw. Gewinnverkippung steuern. Anstelle einer Steuerung kann auch eine Regelschaltung oder die Kombination einer Steuerung und einer Regelung eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter (LW) übertragenen optischen Signals (OS_E),
5 dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens zwei Pumpsignale (PS1, PS2) mit unterschiedlichen Wellenlängen (λ_B , λ_R) in den Lichtwellenleiter (LW) eingespeist werden.
- 10 2. Verfahren zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwellenleiter übertragenen optischen Signals (OS_E),
dadurch gekennzeichnet,
daß ein Pumpsignal (PS) eingespeist wird, dessen Wellenlänge (λ_R) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{SMA}) des optischen
15 Signals (OS_E) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wellenlänge (λ_R) des Pumpsignals (PS) so gewählt ist,
20 daß eine gewünschte Verkipfung bei einer vorgegebenen Änderung der Verstärkung auftritt.
4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß mindestens zwei Pumpsignale (PS1, PS2) eingespeist werden, deren unterschiedliche Wellenlängen (λ_R , ...) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{SMA}) des optischen Signals (OS_E) sind.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein erstes Pumpsignal (PS1) mit einer Wellenlänge (λ_B) kleiner als die minimale Wellenlänge (λ_{MI}) des optischen
35 Signals (OS) eingespeist wird
und daß ein zweites Pumpsignal (PS2) mit einer Wellenlänge (λ_R) größer als die maximale Wellenlänge (λ_{MA}) des optischen

Signals (OS) eingespeist wird, das einen anderen Abstand zur mittleren Wellenlänge des optischen Signals (OS) aufweist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß die Pumpsignale (PS1, PS2) am empfangsseitigen Ende eines Übertragungsabschnitts (S, LW, R) eingespeist werden.

10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Pumpleistung einstellbar ist und bei mehreren Pump-
lasern (PL1, PL2) für jeden der Pumplaser unabhängig ein-
stellbar ist.

15 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Amplitude eines empfangenen optischen Signals (OS_E)
durch Einstellung der Pumpleistung konstant gehalten wird.

20 8. Anordnung zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwel-
lenleiter (LW) übertragenen optischen Signals (OS_E),
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens zwei Pumplaser (PL1, PL2) vorgesehen sind, die
über einen optischen Koppler (K1) in den Lichtwellenleiter
(LW) Pumpsignale (PS1, PS2) einspeisen.

9. Anordnung zur Pegeleinstellung eines über einen Lichtwel-
lenleiter (LW) übertragenen optischen Signals (OS_E),
dadurch gekennzeichnet,
30 daß ein Pumplaser (PL) vorgesehen ist, der über einen op-
tischen Koppler (K1) in den Lichtwellenleiter (LW) ein Pump-
signal (PS) einspeist, dessen Wellenlänge (λ_R) größer als die
Wellenlänge des optischen Signals (OS_E) ist.

35 10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens einer der Pumplaser (PL) am empfangsseitigen Ende eines Übertragungsabschnitts (S, LW, R) angeordnet ist.

11. Anordnung nach Anspruch 10,

5 dadurch gekennzeichnet,

daß eine Steuerung (ST) oder Regelung vorgesehen ist, die die Amplitude und/oder Verkipfung des optischen Signals (OS_E) einstellt bzw. regelt.

10 12. Anordnung nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet,


daß eine Steuerung (ST) vorgesehen ist, die die Verstärkung und/oder Verkipfung eines zugehörnden optischen Verstärkers (V) einstellt.

15

Zusammenfassung

Verfahren zur Pegeleinstellung für optische Signale

- 5 In einen Übertragungsabschnitt (SLWR) wird über einen Koppler (K1) von einem Pumplaser Pumpenergie mit einer Wellenlänge (λ_p) eingespeist, die unter der Wellenlänge (λ_s) des optischen Signals (OS) liegt. Mit zunehmender Pumpleistung wird das optische Empfangssignal (OS_E) abgeschwächt, wobei Signale
10 mit höheren Frequenzen stärker gedämpft werden.



Figur 1




FIG 1

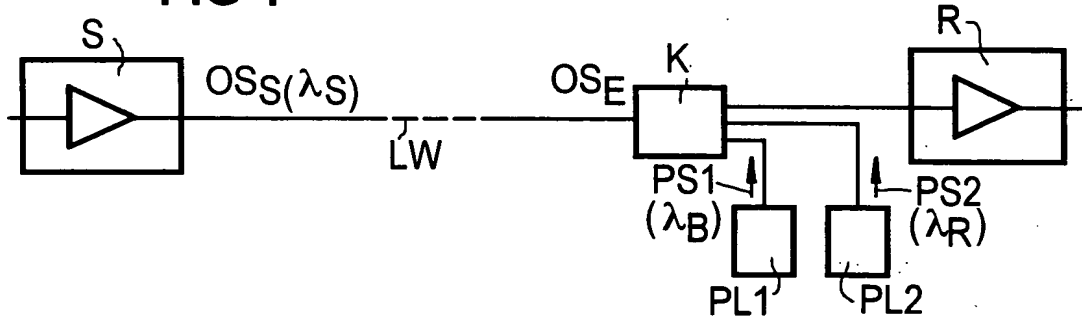


FIG 2

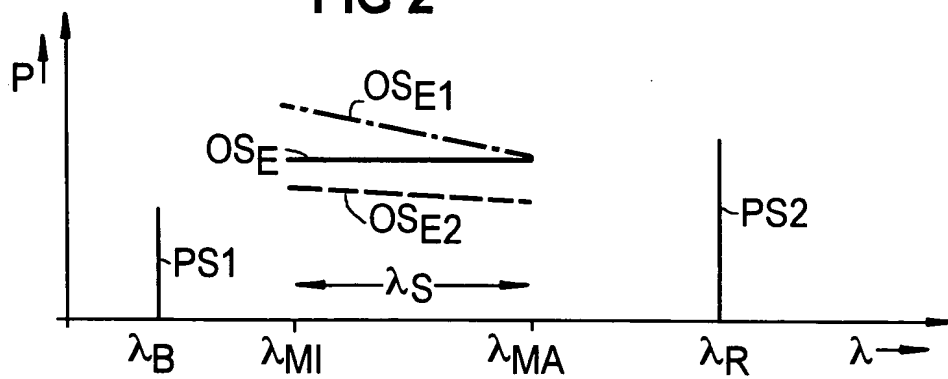
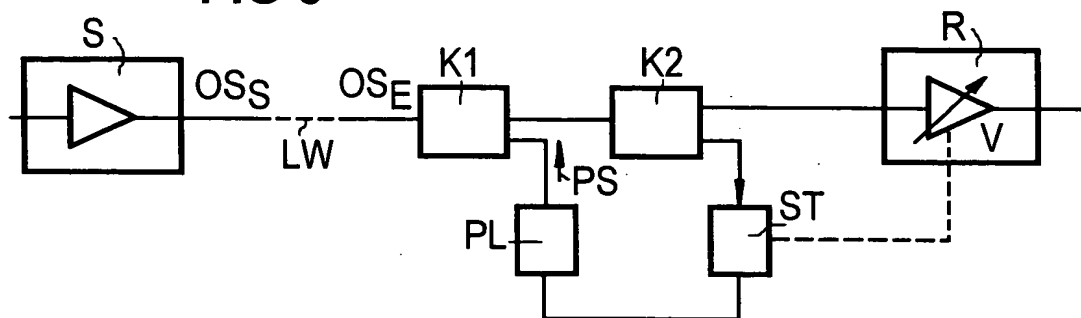


FIG 3

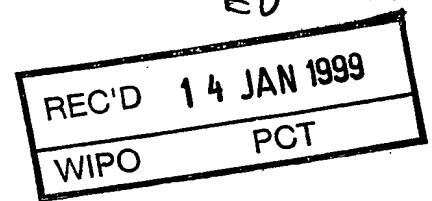


DE 98 / 03254

EV

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat
eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Pegeleinstellung für optische
Signale"

am 28. November 1997 beim Deutschen Patent- und Markenamt
eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patent-
anmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vor-
läufig die Symbole H 04 B und H 04 J der Internationalen
Patentklassifikation erhalten.

München, den 26. November 1998
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Aktenzeichen: 197 52 983.6

Wehner

This Page Blank (uspto)